

# 卫星天线除雪系统构建路径分析

许 森

湖北卫星广播电视地球站 湖北 武汉 430070

**摘 要：**卫星天线除雪系统的基本原理是通过采用先进的传感技术和加热技术，实时监测天线表面的积雪情况，并在必要时启动除雪程序，确保天线表面始终保持清洁状态。本文详细分析了卫星天线除雪系统的构建路径，从设计原理、系统组成、技术实现以及应用前景等多个维度进行了深入探讨。介绍了卫星天线除雪系统的基本原理，包括除雪需求和系统设计目标；接着，详细阐述了系统的现状，然后，结合具体技术实现，分析了除雪系统的实际应用效果，展望了卫星天线除雪系统的发展趋势和未来应用前景。

**关键词：**卫星天线；除雪系统；构建路径；技术实现

随着卫星通信技术的发展，卫星天线被越来越多地运用于通信领域。但是在冬季这种寒冷天气下卫星天线积雪现象越来越突出，极大地影响卫星通信的品质与稳定。所以，建设高效可靠的卫星天线除雪系统显得尤为重要<sup>[1]</sup>。文章旨在对卫星天线除雪系统建设路径进行分析，以期对相关方面的研究与实践起到有益借鉴作用。

## 1 卫星天线除雪系统构建路径

### 1.1 热方式除雪

热方式除雪在卫星天线除雪系统上具有很高的效率和很高的实用性。它的基本原理是利用加热天线表面的方法来融化到达熔点时的积雪以达到去除积雪目的<sup>[2]</sup>。该除雪方式除雪速度快、除雪彻底，特别适合降雪量大，除雪时间较长区域。实现热方式除雪时，首先需要考虑加热元件选型与布置。加热元件应选择耐高温和耐腐蚀材料，保证在极端空间环境中能长时间稳定工作。同时加热元件布置要依据天线表面形状及大小来合理设计，保证热量能均匀地分布，以免出现局部超温或缺热。另外，热方式除雪对加热温度及时间要求准确。过高的温度或者过长时间都会造成天线材料的损坏，甚至会造成火灾等安全事故；而且气温太低或者持续时间太短，可能不能有效地去除积雪。所以需要借助先进的温度传感器与控制系统来对天线表面温度进行实时监控，并且结合实际情况对加热功率与时间进行调节。在实际的除雪过程中，采用热方法还需与其他的除雪技术相融合，从而构建出一个全面的除雪策略。比如当积雪比较厚或者结冰时，可采用机械式除雪或者振动除雪等方法将大部分积雪去除，然后采用热方式将残余积雪或者冰层进行除雪和融化<sup>[3]</sup>。这既提高了除雪效率又延长了加热元件寿命。综上所述，采用热方式除雪对于卫星天线除雪系统来说是一项重要的技术手段。通过精心选择和布局加热

元件，精准地控制加热的温度和时间，以及与其他除雪方法的综合应用，能够达到高效和可靠的除雪效果，为极端天气情况下卫星稳定工作提供了强有力的保证。卫星天线除雪系统如下图1所示。

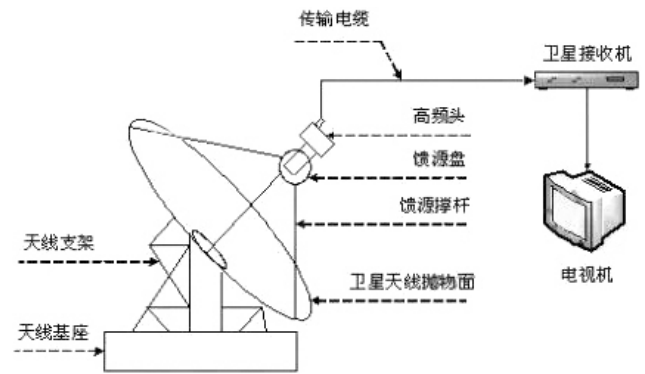


图1 卫星天线除雪系统

### 1.2 远程智能控制设计

远程智能控制设计作为卫星天线除雪系统的关键一环，保证除雪系统能按预定程序独立工作，需要时可接收地面控制中心命令介入，如图2所示。该设计将现代通信技术和智能控制理论充分地融合在一起，以达到除雪系统准确而有效的管理目的。在进行远程智能控制设计时，首先要构建完整的控制系统架构。这个架构应该由传感器网络，数据处理中心，控制执行机构几个部分组成，从而将数据采集、传输、处理以及执行功能集成在一起。传感器网络承担着对天线表面积雪情况，环境温度以及其他关键参数进行实时监控和回传数据处理中心的任务<sup>[4]</sup>。数据处理中心再根据接收数据和预设除雪策略计算最佳控制指令发送至控制执行机构，控制执行机构再按指令带动除雪机构运行，同时在远程智能控制设计中也需兼顾通信可靠性与稳定性。由于卫星在地球轨

道运行，它和地面控制中心的通讯可能受信号衰减和干扰等诸多因素影响。所以，必须要利用高速数据传输协议，抗干扰技术以及其他先进通信技术来保证通信实时性以及准确性。另外远程智能控制设计还应该具有灵活

性与可扩展性，在航天技术日益发达的今天，除雪系统有可能面临着新的要求与挑战。所以控制系统应能很容易的升级与扩充来满足将来改变。

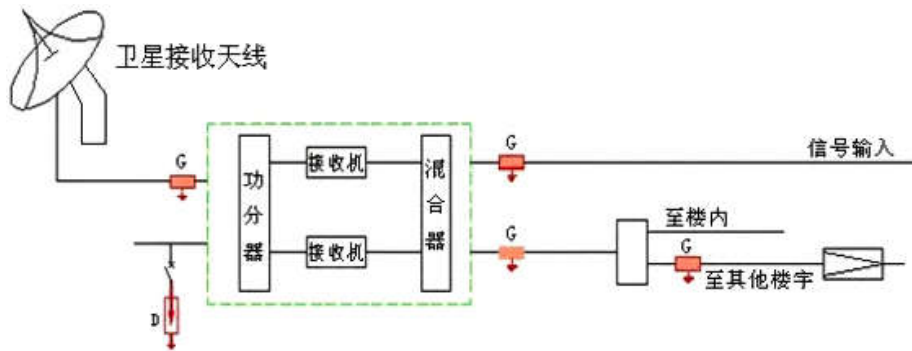


图2 远程智能控制

### 1.3 数据传输设备

数据传输设备对卫星天线除雪系统起着关键作用，负责把除雪系统所收集的数据进行实时准确的传输给地面控制中心，在接收和执行地面控制中心命令时，给地面控制中心决策提供依据，保证除雪全过程顺利进行，如图3所示。在进行数据传输设备设计时，首先必须考虑它的稳定性与可靠性。由于卫星工作在复杂的空间环境，并面临多种可能存在的干扰与威胁，数据传输设备要能抵抗多种外部因素对卫星的干扰并保证数据完整准确。另外数据传输设备还应具有高度抗辐射能力来处理空间辐射给设备性能带来的冲击，从数据传输速率上看，数据传输设备需达到实时性要求，除雪系统收集的资料需及时传送给地面控制中心供地面控制中心快速决策和下达命令，所以数据传输设备必须使用有效的数据压缩与编码技术来提高数据传输速率并降低传输延迟<sup>[5]</sup>。同时数据传输设备也要求有很好的兼容性与可扩展性。在卫星技术日益发展的今天，除雪系统有可能得到更新与改进，数据传输设备也要求能适应上述变化并支持新型数据格式与传输协议。除此之外，数据传输设备还应具备与其他航天器或地面设备进行互联互通的能力，以实现数据的共享和协作工作。为保证数据传输设备安全工作，还要经过严格的检测与验证，在装置的研制阶段需要开展多种环境模拟实验及性能测试，保证装置在多种极端情况下的正常运行，该装置投入运行之前还要经过实际在轨测试以检验其性能及稳定性。

### 1.4 安全控制系统

安全控制系统作为卫星天线除雪系统的关键部分，旨在保证除雪全过程安全，预防由于操作失误或者设备故障而可能带来的危险。安全控制系统肩负着卫星天线

除雪系统的多重使命。一是负责对除雪设备运行状态进行监测和控制，保证设备处于预定的参数范围之内，避免由于设备温度过高、压力过大等不正常现象而造成安全事故。二是安全控制系统对天线表面除雪效果进行实时监控，当检测到除雪未完全或者有其他安全隐患时，应立即启动应急响应机制以避免积雪影响卫星运行<sup>[6]</sup>。

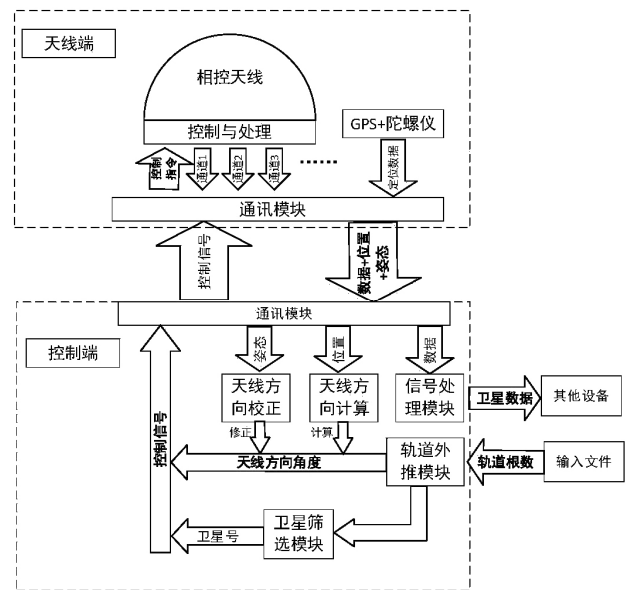


图3 数据传输系统

在安全控制系统中，为实现上述功能而采用先进的传感器技术，控制算法以及通信技术等。传感器网络分布在除雪设备关键区域，对设备运行数据进行实时采集并传输到控制中心。控制中心在接收数据的基础上，利用控制算法评估并预测除雪设备运行状态，当检测出异常现象时，马上将控制指令通过通信链路发送给设备，以调整其工作参数或者启动应急措施。

### 1.5 传感器精确测量

卫星天线除雪系统，准确测量传感器是高效安全除雪至关重要的一步。传感器承担着实时采集天线表面积雪情况、环境温度和湿度等重要信息并对除雪系统提供智能控制。在保证测量数据精确性的前提下，选择高灵敏度、高分辨率传感器，同时使用先进校准与补偿技术。传感器可以精确地感知天线表面积雪的厚度、密度和分布等信息，从而为除雪策略提供了重要基础，同时该传感器可以对环境温度、湿度变化进行实时监控，从而为除雪系统的运行提供了合适的工况。在传感器布置时，充分考虑天线表面形状及大小，保证传感器对关键区域进行完全覆盖，避免出现数据盲区。

### 1.6 选择电热膜的材料

电热膜材料对卫星天线除雪系统起关键作用，除雪系统以电热膜材料为核心加热元件，采用电加热快速融化天线表面积雪达到高效除雪效果。电热膜的材质选择，直接影响除雪效果。理想的电热膜材料应该具有较好的导电性，热稳定性以及耐腐蚀性，才能保证其在极端空间环境中能长时间稳定运行。同时电热膜材料也应轻量化、柔性化，满足卫星天线复杂外形及尺寸要求。

为达到上述要求，可以利用先进的材料制备技术对其组成与结构进行精确调控，从而制备性能优良的电热膜。在制备工艺上，重点在于改善其导电性能与热效率，与此同时对其耐腐蚀性与机械性能进行优化，从而保证电热膜在苛刻环境中稳定可靠地工作。电热膜材料在使用过程中还需精确控制。通过合理布局及电路设计，可达到使天线表面受热均匀，避免出现局部超温或超温现象。同时可根据积雪情况及天气变化来智能调整电热膜加热功率及加热时间，从而达到高效节能除雪的目的。除电热膜材料自身外，还要注意它和卫星天线之间的融合。通过优化结构设计及制造工艺，可使电热膜密合在天线表面上，保证热量能快速均匀的传导至天线表面并提高除雪效率。但是卫星天线除雪系统在研制过程中仍然面临着一定的挑战。一是由于卫星工作环境异常恶劣，除雪系统在极端天气、空间辐射及其他条件下，可靠性、耐用性都要高<sup>[7]</sup>。二是在卫星技术日益发展

的今天，除雪系统对除雪系统性能提出了更高的要求，必须不断地研究开发新型除雪技术与方案。三是，除雪系统重量与功耗是制约除雪系统应用的主要原因，要求除雪系统在保证系统性能的基础上尽量降低重量与功耗。为了应对这些难题，国内外科研机构与企业都在积极进行着相关的研发。一方面通过对除雪机构设计及材料选择进行优化，增强了系统可靠性及耐用性<sup>[7]</sup>；另一方面探索新型除雪技术与方案，例如采用激光或者超声波等物理效应除雪来提高除雪效率、降低功耗。与此同时，新材料、新工艺、新技术层出不穷，卫星天线除雪系统性能也会进一步提高。

### 结束语

卫星天线除雪系统建设路径，涉及到多方面技术与实际问题。通过对该系统进行深入地分析，分析了其技术实现及应用前景，可对相关领域内的研究与实践起到有益地借鉴与引导作用。伴随着科技的进步与应用需求的增加，相信卫星天线除雪系统在今后扮演更重要的角色，从而为卫星通信稳定可靠地运行提供了强有力的保证。

### 参考文献

- [1] 兰祥君. 卫星天线智能除雪融冰系统应用[J]. 电视技术, 2023, 47(4): 107-110.
- [2] 朱文玉. 一种卫星接收天线自动除雪装置的设计[J]. 数字传媒研究, 2019, 36(1): 27-29.
- [3] 龚肖侠. 浅谈天线除雪系统在卫星地球站的应用[J]. 有线电视技术, 2016, 23(4): 78-79.
- [4] 李延安, 付巍, 王思华. 基于消防水炮的可视化卫星天线自动除雪系统设计与实现[J]. 广播与电视技术, 2016, 43(1): 97-100.
- [5] 汪勇强. 湖北地球站大型发射天线除雪方案改进[J]. 媒体时代, 2015(8): 231-232.
- [6] 程晓, 于海锋, 王晓蕾, 等. 反射面天线体制SAR卫星多角度成像姿态控制策略[J]. 航天器工程, 2023, 32(4): 42-46.
- [7] 王敬杰, 袁家德. 侧面加载金属带的宽频带卫星导航天线[J]. 电波科学学报, 2023, 38(2): 292-297.